

PAT-NO: JP406045389A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06045389 A  
TITLE: BONDING TOOL

PUBN-DATE: February 18, 1994

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
AYUSAWA, NOBUO	
SHIRONITA, AKIRA	
AKIZUKI, TOSHIHIKO	
UCHIDA, KAZUYO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SHINAGAWA REFRACT CO LTD	N/A

APPL-NO: JP04214801  
APPL-DATE: July 21, 1992

INT-CL (IPC): H01L021/60 , C04B035/10 , C04B035/48 , C04B035/56

US-CL-CURRENT: 252/516

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To obtain a novel Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub> series bonding tool adapted for a bonding tool in which high strength, high hardness, high toughness are required by forming it of a sintered material obtained by adding a special amount of TiC and a special amount of ZrO<sub>2</sub> to a special amount of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and sintering the mixture.

CONSTITUTION: An Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub> series bonding tool contains as its composition 19-50wt.% of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1-50wt.% of TiC and 5-80wt.% of ZrO<sub>2</sub>. With this composition range, an operational effect of adding the TiC and the ZrO<sub>2</sub> to the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is generated. Thus, a ceramic wedge bonding tool having excellent wear resistance and electro-discharge

machinability as compared with a conventional wedge bonding tool made of metal carbide can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-45389

(43)公開日 平成6年(1994)2月18日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/60	3 0 1 G	6918-4M		
C 0 4 B 35/10	E	8924-4G		
35/48	C			
35/56	T			

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

(21)出願番号	特願平4-214801	(71)出願人	000001971 品川白煉瓦株式会社 東京都千代田区大手町2丁目2番1号
(22)出願日	平成4年(1992)7月21日	(72)発明者	鮎澤 信夫 岡山県岡山市可知5-6-25
		(72)発明者	白仁田 昭 岡山県岡山市上道北方18-39
		(72)発明者	秋月 俊彦 岡山県備前市東片上390
		(72)発明者	内田 一世 愛知県名古屋市守山区大字小幡字北山2761-731
		(74)代理人	弁理士 宮越 典明

(54)【発明の名称】 ボンディングツール

(57)【要約】

【目的】 高強度、高硬度、高靱性及び高導電性の $Al_2O_3-TiC-ZrO_2$ 系統結材からなるボンディングツールを提供すること。

【構成】 19~50wt%の $Al_2O_3$ に1~50wt%の $TiC$ と5~80wt%の $ZrO_2$ を添加し、焼結して得られた $Al_2O_3-TiC-ZrO_2$ 系統結材からなるボンディングツール。

【効果】 本発明のボンディングツールは、従来の単結晶アルミナ、多結晶アルミナ、ルビー、サファイア、アルミナ-ジルコニア複合系等のボールボンディングツールに比べて高強度、高硬度、高靱性なボンディングツールを得ることができる。また、従来の金属炭化物製のウエッジボンディングツールに比べて耐磨耗性に優れ、放電加工可能なセラミックス製ウエッジボンディングツールを得ることができる。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 19～50wt%の $Al_2O_3$ に1～50wt%のTiCと5～80wt%の $ZrO_2$ を添加し、焼結して得られた $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系統結材からなることを特徴とするボンディングツール。

【請求項2】 19～50wt%の $Al_2O_3$ に1～50wt%のTiCと5～80wt%の $ZrO_2$ を添加し、さらに焼結助剤としてMg、Cr、Ti、Mo、Ni、Y及びLa、Ce、Pr等の希土類元素よりなる群から選ばれた少なくとも1種の金属の酸化物を10wt%以下添加し、焼結して得られた $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系統結材からなることを特徴とするボンディングツール。

【請求項3】 19～50wt%の $Al_2O_3$ に1～50wt%のTiCと5～80wt%の $ZrO_2$ を添加し、さらに $ZrO_2$ の安定化剤としてY、Mg、Ca及びYb、La、Ce、Pr等の希土類元素よりなる群から選ばれた少なくとも1種の金属の酸化物を $ZrO_2$ に対し6mol%未満添加し、焼結して得られた $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系統結材からなることを特徴とするボンディングツール。

【請求項4】 19～50wt%の $Al_2O_3$ に1～50wt%のTiCと5～80wt%の $ZrO_2$ を添加し、成形後Ar或いは真空中で1650～1850℃で常圧焼結して得られた $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系統結材又はその後さらにHIP焼結して得られた $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系統結材からなることを特徴とするボンディングツール。

【請求項5】  $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系統結材中の結晶粒径が5 $\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載のボンディングツール。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は、ボンディングツールに関し、詳細には、高強度、高硬度、高靱性並びに高導電性の $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系統結材からなるボンディングツールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のワイヤボンディングにおけるボンディングツールは、直径約10～100 $\mu m$ のAu、Cu、Alのワイヤーをボンディングツールの挿通孔を通じてLSI、ICチップと外部システムとに接続する工程であり、半導体製造工程において極めて重要なプロセスである。このプロセスにおいて、ボンディングツールは、ICチップ上のパッド及びリードフレームなどに高速で打ちつけられるため、亀裂や欠け又は磨耗が生じないよう高強度、高硬度かつ高靱性であることが要求されている。

【0003】ところで、従来のボンディング法には、主として(1) ボールボンディング、(2) ウェッジボンディング、が存在し、それぞれボンディングツールの形状と特性が異なっている。

【0004】上記(1)のボールボンディングには、単結

2

晶アルミナ、多結晶アルミナ、ルビー、サファイヤ、アルミナ-ジルコニア等が従来より用いられている。また、上記(2)のウェッジボンディングには、金属炭化物(WC、TiC等)が従来より用いられている。

【0005】その中で(1)のボールボンディングに用いる多結晶体については、高強度化のため、サブミクロンサイズの微粒な原料を用い、かつ、HIP処理により気孔の減少と結晶粒径の極小化が図られている。このことは、セラミックスの強度に関して一般的に知られている“気孔率が低い程また結晶粒径が小さい程強度が上昇する”ということに基づいている。一方、高靱性化については、 $ZrO_2$ を添加することにより亀裂先端の応力が $ZrO_2$ の相転移等のエネルギーに消費され、結果的に破壊靱性を上昇させる方法が一般的に採用されている。

【0006】また、上記(2)のウェッジボンディングにおいて、一般に金属炭化物、例えばWC、TiC等を用いている理由は、先端部分が精密で複雑形状の加工が必要であるため、この加工に適するからである。

## 【0007】

20 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来品においては、次のようないくつかの問題点を有している。まず、前記(1)のボールボンディングに用いる単結晶アルミナでは、それ自体高価であるのみならず、材質的にアルミナ自体本来破壊靱性値が低いという欠点を有している。

【0008】また、多結晶アルミナでは、強度及び破壊靱性値が低いためにボンディング時の衝撃によってマイクロクラックが生成し、成長を起しやすい。そこで、強度と破壊靱性値を高めるため、一部のみジルコニアを添加したアルミナ-ジルコニア複合体も使用されているが、ジルコニアの添加により硬度の低下が著しいという問題がある。

【0009】一方、前記(2)のウェッジボンディングツールに用いる金属炭化物では、それが金属炭化物製のため、磨耗が激しく、しかも、耐久性が低いという欠点を有している。

【0010】そこで、本発明は、上記問題点、欠点を解消したボンディングツールを提供することを目的とし、詳細には、高強度、高硬度、高靱性が要求されるボンディングツールに好適な新規な $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系ボンディングツールを提供することを目的とする。なお、本発明者等のサーチ結果によれば、 $Al_2O_3$ -TiC- $ZrO_2$ 系複合材料を用いたボンディングツールに関して、これまでの特許文献及び一般文献(日経テレコムによる検索1980年1月～1992年5月までの12年分)に記載された例がない。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】そして、本発明は、「19～50wt%の $Al_2O_3$ に1～50wt%のTiCと5～80wt%の $ZrO_2$ を添加し、焼結して得られた $Al_2O_3$ -

50

TiC-ZrO<sub>2</sub>系焼結材からなることを特徴とするボンディングツール。」を要旨とするものであり、これによって前記した目的とする強度、硬度及び靱性、さらには、導電性に優れた特徴を有するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系ボンディングツールを提供するものである。

【0012】以下本発明を詳細に説明すると、本発明は、前記した従来品の欠点、問題点を解決すべくなされたものであり、まず、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiCを複合することにより強度、硬度の向上を意図したものである。また、このTiCを添加することにより放電加工を可能としたものである。ところで、ワイヤーボンディングキャピラリーの先端部分を精密に加工すること並びに複雑形状に加工することが必要であり、このため、従来よりこれをセラミックス製とすることが困難であったが、本発明では、TiCを添加することによりウェッジボンディングツールのセラミックス化を可能としたものである。

【0013】更に、本発明は、前記従来品の欠点、問題点を解決すべくAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にZrO<sub>2</sub>を配合したものであり、このZrO<sub>2</sub>の複合により破壊靱性の向上を意図したものである。

【0014】そして、本発明のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系ボンディングツールは、その組成範囲として、  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19~50wt%  
TiC 1~50wt%  
ZrO<sub>2</sub> 5~80wt%

とするものであり、この組成範囲とすることによりAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に対する上記TiC及びZrO<sub>2</sub>の複合に伴う作用効果が生ずるものであり、この範囲外では、所望の効果が得られ難いので、好ましくない（後記実施例1参照）。

【0015】また、本発明において、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系材料に焼結助剤としてMg、Cr、Ti、Mo、Ni、Y及びLa、Ce、Pr等希土類元素よりなる群から選ばれた少なくとも1種の金属の酸化物を添加することにより、異常粒成長が抑えられ、焼結が均一に進行し、気孔の殆どない粒径のそろった緻密で高強度な焼結体を得ることができる。上記焼結助剤の添加量としては、10wt%以下が好ましく、10wt%を超えると所望の効果が得られ難いので、好ましくない（後記実施例2参照）。

【0016】更に、本発明におけるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系複合材中のZrO<sub>2</sub>の安定化剤として、Y、Mg、Ca及びYb、La、Ce、Pr等希土類元素より選ばれた少なくとも1種の金属の酸化物を添加し、未安定化あるいは部分安定化させたZrO<sub>2</sub>を複合させることにより破壊靱性を向上させることができる。上記安定化剤の添加量としては、6mol%未満が好ましく、6mol%以上では所望の効果が得られ難いので、好ましくない（後記実施例3参照）。

【0017】本発明のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系ボンディングツールの特徴は、アルミナにTiC、ZrO<sub>2</sub>を複合化することにより焼結時の結晶成長を抑え、高温焼成でも結晶粒径を5μm以下一般には3μm以下に抑制することが可能である。この結果、材料の特性向上の他にボンディングツールとして精密微細加工に耐えうる組織を提供することが可能になったのである。

【0018】そして、本発明のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系ボンディングツールは、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>単体のものに比べ、強度は最高3倍、硬度は1.2倍、靱性は2倍の向上が認められた。なお、強度、硬度、靱性の三点から考えた場合、TiCの添加量は20~40wt%、ZrO<sub>2</sub>の添加量は40~60wt%の範囲が最も好ましい（後記実施例1参照）。また、放電加工可能な導電性は、TiC量20wt%以上で得られた。

【0019】次に、本発明のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系ボンディングツールの製造法について説明すると、19~50wt%のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に1~50wt%のTiCと5~80wt%のZrO<sub>2</sub>を添加し、成形後焼結して得ることができる。焼結条件としては、Ar雰囲気あるいは真空中で1650~1850℃で常圧焼結するのが好ましい。

【0020】本発明において、上記焼結条件で得られたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系焼結材に対しさらにHIP処理を行うのがより好ましい。このHIP処理により、気孔量の減少や気孔径の縮小など内部欠陥が減少し、その結果、高密度化とそれに伴う大幅な機械的特性の向上という作用効果が生ずる（後記実施例4参照）。

【0021】

【実施例】以下本発明の実施例を比較例と共に挙げ、本発明をより詳細に説明する。

【0022】（実施例1）原料粉末として、次の乾燥粉末を使用した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（純度99.9%：平均粒径0.5μm）19~50wt%にTiC（平均粒径1.0μm）1~50wt%及びZrO<sub>2</sub>（Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>2.6mol%固溶）5~80wt%、さらにMgOを0.1wt%配合し、エタノール中24時間ボールミルにて混練した後、乾燥した。

【0023】得られた乾燥原料粉末にバインダーを添加し、混練後ボンディングツール形状に成形し、次に、この成形体を脱脂した後Ar中で1800℃で3時間焼成した。得られた焼成体の抗折強度、硬度、靱性値を表1に示す。なお、表1中の試験番号1は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のみからなる焼成体（ただし、焼結助剤として0.1wt%のMgOを使用）であって従来品を示し、また、試験番号2~9は本発明の数値限定範囲内における実施例（本発明品）であり、さらに試験番号10は本発明の数値限定範囲外の比較例を示す。

【0024】

【表1】

5		6				
試験番号	種類	TiC量 (wt%)	ZrO <sub>2</sub> 量 (wt%)	抗折強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )	硬度 (kgf/mm <sup>2</sup> )	靱性 (Mpa·m <sup>1/2</sup> )
*1	焼結	0	0	50	1900	3.0
2	焼結品	1	80	92	1650	5.3
3	"	10	70	100	1720	5.3
4	"	20	60	107	1900	5.4
5	"	30	50	120	2010	5.5
6	"	40	40	110	2100	5.2
7	"	45	20	98	2080	4.8
8	"	50	10	75	2090	3.6
9	"	50	5	60	2070	3.2
*10	比較例	55	1	49	1950	3.0

【注】\*印のものは本発明の範囲外のものである。

【0025】表1において、抗折強度の観点からTiC量30wt%、ZrO<sub>2</sub>量50wt%（試験番号5）においてピークを示した。また、硬度の点からみると、TiC量40wt%まではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>より硬度値が高いTiCのために上昇が認められる。更に、ZrO<sub>2</sub>の添加による硬度値の低下は、硬度の高いTiCのために抑制され、そして、ZrO<sub>2</sub>の添加により靱性の向上が認められた。

【0026】（実施例2）実施例1と同一の原料を用い、試験番号5に相当するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>20wt%、TiC30wt%及びZrO<sub>2</sub>50wt%の原料組成に表2に示すNiOを添加し、Ar中で1800℃で焼成した。得られた焼成体の抗折強度を測定し、その測定結果を表2に示す。なお、表2中には、表1中の試験番号5を併記し、また、比較のため、NiOの添加量として本発明の数値限定範囲外の例（試験番号15）を合わせて記載した。

【0027】

【表2】

試験番号	種類	NiO量 (wt%)	抗折強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )
5		0	120
11	焼結品	1	121
12	"	3	125
13	"	5	130
14	"	10	122
*15	比較例	12	111

【注】\*印のものは本発明の範囲外のものである。

\*【0028】表2から明らかなように、NiO無添加物（試験番号5）と比較して10%以下までは強度の向上が認められる。これは、NiOが気孔を埋めたことにより気孔径及び気孔量が減少し、特性の向上をもたらしたものと考えられる。

【0029】（実施例3）実施例1の試験番号5の原料組成に対しZrO<sub>2</sub>の安定化剤としてY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用い、表3に示すY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の添加、固溶量を変え、実施例1と同様の手順で焼成体を作製し、特性の測定を行なった。測定結果を表3に示す。なお、表3中には、表1中の試験番号5を併記し、また、比較のためY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>固溶量として本発明の数値限定範囲外の例（試験番号20、21）を合わせて記載した。

【0030】

【表3】

試験番号	種類	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 量 (mol%)	抗折強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )	靱性 (Mpa・m <sup>1/2</sup> )
5		2.6	120	5.5
16	本発明	0	102	4.9
17	"	2	115	5.2
18	"	4	112	5.1
19	"	5	100	4.5
*20	比較例	6	95	3.9
*21	"	8	91	3.6

〔注〕\*印のものは本発明の範囲外のものである。

【0031】表3より、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量2.6mol%のところに抗折強度と靱性のピークが認められ、6mol%を超えると、ZrO<sub>2</sub>の安定化のため、抗折強度及び靱性の各特性の低下が認められた。

【0032】(実施例4) 実施例1で得られた焼成体(試験番号2~9)について、さらにAr中1600℃、1000 kgf/cm<sup>2</sup>でHIP処理した。このHIP処理後の\*

\*ものの抗折強度、硬度、靱性を測定し、その測定結果を試験番号22~29として表4に示す。なお、比較のため、前記表1に示す従来品に対しさらに上記HIP処理したものについても測定し、その結果を表4中に試験番号1として合わせて記載した。

【0033】

【表4】

試験番号	種類	TiC量 (wt%)	ZrO <sub>2</sub> 量 (wt%)	抗折強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )	硬度 (kgf/mm <sup>2</sup> )	靱性 (Mpa・m <sup>1/2</sup> )
*1	従来品	0	0	50	1900	3.0
22	本発明	1	80	105	1710	5.9
23	"	10	70	120	1750	6.0
24	"	20	60	142	1910	6.0
25	"	30	50	150	2120	6.1
26	"	40	40	140	2280	5.8
27	"	45	20	123	2260	5.2
28	"	50	10	105	2100	4.5
29	"	50	5	80	2010	3.5

〔注〕\*印のものは本発明の範囲外のものである。

【0034】表4に示すように、HIP処理により特性の大幅な向上が認められた。これは、一般的に知られているように、HIP処理により気孔量の減少や気孔径の縮小など内部欠陥が減少し、その結果、特性が向上したものである。これにより、抗折強度は従来のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>品より3倍、硬度も1.2倍、靱性も最高で2倍であり、いずれも大きく向上していることが理解できる。

【0035】(実施例5) 実施例4におけるTiC量30※

※wt%、ZrO<sub>2</sub>50wt%のHIP処理品(試験番号25)について、ボールボンディングを行い、耐久性を調べた。その結果を表5に示す。また、比較のため、従来のアルミナ質キャピラリーを用いた場合の耐久性を同じく表5に併記した。なお、いずれのキャピラリーも同形状であり、先端の穴径は51μmであった。

【0036】

【表5】

ボールボンディング試験	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 質キャピラリー (従来品)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiC-ZrO <sub>2</sub> 質キャピラリー (本発明品)
80~100万wire	190~200万wire
使用時に欠け、割れにより破損するものが多く、バラツキが大きい。	欠け、割れが起こりにくく、長寿命。

【0037】上記表5中の単位「万wire」とは、半導体チップ上のパッドと外部システムとの結線1本を「1wire」とし、キャピラリー廃却までの総wire数を万単位で表わしたものであり、キャピラリーの寿命を示す指標である。なお、外部システムには、リードフレームタイプ（モールドタイプ）のものを使用した。表5から明らかなように、本発明のボンディングキャピラリーは、耐久性に極めて優れていることが理解できる。

【0038】（実施例6）実施例4の試料について、ワ\*

※イヤーを用いたワイヤー放電加工を行なったところ、TiC量20%以上の試料（体積固有抵抗0.10Ω・cm以下）において加工可能であった。そこで、TiC量40wt%、ZrO<sub>2</sub>量40wt%の試料（試験番号26）を用いてウェッジボンディングを行い、従来の金属炭化物製（WC）のボンディングツールとの耐久性の比較を行なった。その比較結果を表6に示す。

【0039】

【表6】

ウェッジボンディング試験	
WC質ウェッジ (従来品)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiC-ZrO <sub>2</sub> 質ウェッジ (本発明品)
10~12万wire	30~32万wire
先端部の摩耗が激しく、寿命が短い。	耐摩耗性が高く、かつ、欠け、割れが起こりにくく、長寿命。

【0040】表6より、本発明のウェッジボンディングツールは、従来品より耐磨耗性に優れ、ツール先端の損傷が少なく、耐久性の向上が認められた。

【0041】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC-ZrO<sub>2</sub>系ボンディングツールによれば、従来の単結晶アルミナ、多結晶アルミナ、ルビー、サファ\*

※イア、アルミナ-ジルコニア複合系等のボールボンディングツールに比べて高強度、高硬度、高靱性なボンディングツールを得ることができる効果が生ずる。また、従来の金属炭化物製のウェッジボンディングツールに比べて耐磨耗性に優れ、放電加工可能なセラミックス製ウェッジボンディングツールを得ることができる効果が生ずる。